Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Über saftausscheidende Elemente und Idioblasten bei Tropaeolum majus L.

von

Georg Irgang,

stud. phil.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag. Nr. XLVIII der zweiten Folge.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. October 1902.)

I.

Über die saftausscheidenden Elemente.

Tropaeolum majus L. ist eine Pflanze, die schon Gegenstand zahlreicher und eingehender Untersuchungen war.[1] Erst vor kurzem hat H. Molisch[2] auf eine Erscheinung, die er bei dieser Pflanze bemerkte, aufmerksam gemacht. »Es ist eine, soviel ich weiß, bisher nicht bekannte Thatsache, dass *Tropaeolum majus* und andere Arten (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz od. Par) beim Anstechen oder Anschneiden des nicht zu alten Stammes, des Blattstieles oder beim Durchschneiden der Blattspreite ziemlich klare Tropfen austreten lassen, die sich an der Luft alsbald milchig trüben. Dieser Saft stammt aus ziemlich weitlumigen, im Xylem liegenden Schläuchen, die Kerne und Plasma enthalten.«

---

[1] Chatin, »Fam. des Tropeolées«, Ann. sc. nat., Sér. 4, Tom. V, 1854. — Guignard, Journ. de bot., T. VII, 1893, p. 393 und 417 sqq. — G. Magnus, »Beiträge zur Anatomie der *Tropaeolaceae*«, Heidelberg, 1898. — Zur Orientierung über die Literatur siehe: Solereder, »Systematische Anatomie der Dicotyledonen«, Stuttgart, 1899, S. 197 und Magnus a. a. O.

[2] H. Molisch, »Studien über den Milchsaft und Schleimsaft der Pflanzen«. Jena, 1901, S. 14, 15.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

K. Reiche erwähnt in seiner Bearbeitung der *Tropaeolaceae*,[1] dass in der Rinde von *Tropaeolum majus* unter einer schwachen Collenchymschicht ein einreihiger Gürtel von secretführenden Zellen liegt. Es finden sich über diese Zellen keine weiteren Angaben. Ich konnte im Verlaufe meiner Untersuchungen in der Rinde keine secretführenden Zellen finden.

H. Molisch lässt die Frage offen, ob die von ihm erwähnten Schläuche Gefäßzellen entsprechen oder ob sie Behälter eigener Art sind. Diese Lücke auszufüllen, soll der Zweck folgender Zeilen sein.

Als Material dienten Pflanzen, welche im pflanzenphysiologischen Versuchsgarten der deutschen Universität in Prag in einem Beete angepflanzt waren und sich unter ganz normalen Bedingungen befanden. Solche Pflanzen zeigten die Erscheinung des Saftaustretens am besten. Bei Zimmerpflanzen war das nicht so schön zu sehen.

Stengel. Schneidet man in verschiedenen Höhen quer durch den Stengel, so sind die Saftmengen, welche austreten, verschieden groß. Am meisten tritt in der Nähe der Spitze aus. Je weiter unten man anschneidet, desto geringer werden die Mengen. Untersucht man nun einen Querschnitt des Stengels aus der obersten Region, so findet man die Gefäßbündel schon deutlich angelegt (Fig. 1). Wir finden schon Phloem, Cambium und Xylem differenziert; aber das Gewebe ist noch ganz zart. In jenem Theile, der dem Xylem entspricht, finden sich weitlumige Elemente, welche die Anlagen der Gefäße darstellen. Von einer Verdickung der Zellwände derselben ist noch keine Spur zu bemerken. Auch geben dieselben keine Holzstoffreaction. Nur die zu innerst gegen das Mark zu liegenden etwa drei oder vier zeigen ringförmige Verdickung. Auf den entsprechenden Längsschnitten (Radialschnitten) sieht man jene Elemente in Form von langen Schläuchen, die in nicht allzu kurzen Zwischenräumen mit dünnen Querwänden versehen sind. In diesen Zellen, welche nichts anderes als die jungen Gefäßglieder darstellen, finden wir einen Protoplasmaschlauch und

[1] K. Reiche, *Tropaeolaceae* in: Die natürlichen Pflanzenfamilien, von A. Engler und K. Prantl., III. Th., 4. Abth., S. 25.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

reichlich Zellsaft. Auch jene eigenthümlichen, von H. Molisch beschriebenen und abgebildeten Kerne, die man in dem oben erwähnten klaren Safte sieht, befinden sich in diesen Zellen. Diese Kerne besitzen eine ziemlich bedeutende Größe (Fig. 2). Bei den runden Formen erreichte der Durchmesser im Mittel 35 μ. Besonders gut kann man die Kerne beobachten, wenn man Alkoholmaterial zur Untersuchung verwendet. In dem Safte, der beim Anschneiden frischer Pflanzen austritt, fallen uns diese eigenthümlichen Kerne wieder auf und sind in ziemlicher Anzahl vorhanden. Man kann daraus schließen, dass dieser Saft aus jenen jungen Gefäßgliedern stammt. Weiter treten uns in diesem Safte Kerne entgegen, die eine deutlich differenzierte Kernhaut besitzen und bei denen die Kernsubstanz eine deutliche Schrumpfung zeigt. Diese Kerne konnten in den Gefäßgliedern selbst nicht beobachtet werden. H. Molisch lässt es unentschieden, ob diese Formen primärer Natur sind, d. h. in der Pflanze selbst schon so vorhanden sind oder ob sie erst außerhalb der Pflanze diese Structur annehmen. Die Thatsache, dass in den Gefäßgliedern selbst keine solchen Kerne beobachtet werden konnten, macht es wahrscheinlicher, dass dieselben erst außerhalb der Zelle entstehen. Die oben erwähnte Ausbildung der Gefäßbündel im Stengel finden wir noch etwa 2 bis 3 *cm* unter der Spitze. Macht man nun einen Querschnitt vom Stengel in einer Region von etwa 10 *cm* unterhalb der Spitze, so findet man schon eine ziemlich starke Verholzung der Gefäße und der dazwischen liegenden Zellen. Nur an der Grenze zwischen Cambium und Holztheil sind noch einige solche Gefäßglieder, die noch keine Verdickung zeigen, obwohl sie in der Größe den verholzten schon gleichkommen. Die Grenze zwischen verholzten und unverholzten ist ziemlich scharf ohne Übergangsglieder. Theilweise grenzen diese noch unverholzten Gefäßglieder direct an den verholzten Theil an, theilweise sind sie ringsum noch von dünnwandigen Zellen umgeben.

Fig. 3 stellt das Cambium mit einem Theile des Xylems aus der angegebenen Höhe des Stengels im Querschnitte dar. In Fig. 4 haben wir ein solches junges, noch unverholztes Gefäßglied aus einem entsprechenden Längsschnitte (Radial-

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

schnitt) des Stengels. In allen diesen Zellen, wie auch in denen aus der oberen Region des Stammes konnte immer nur ein Zellkern beobachtet werden. Wenn wir nun weiter den Stengel in dieser Weise untersuchen, so finden wir stets diese unverholzten Gefäßglieder wieder, wenn auch ihre Anzahl abnimmt, je älter die Stammstücke sind. Ja selbst bei Pflanzen, welche erst anfangs November aus der Erde genommen wurden, wo also das Wachsthum der untersten Internodien derselben gewiss schon abgeschlossen war, was auch das ganze Aussehen bewies, konnten in dem Stengeltheile, welcher direct über der Erde sich befand, dieselben nachgewiesen werden. Wenn wir also die Verhältnisse im ganzen Stengel vergleichen, so zeigt sich, dass überall in den Gefäßbündeln gewisse Gefäßglieder auffallend lange Zeit auf einem jungen Stadium erhalten bleiben und nicht verholzen. Diese Gefäßglieder sind prall mit Saft gefüllt, und die dünnen Zellwände sind infolge dieses Druckes gespannt. Wenn nun durch eine Verletzung irgendwelcher Art dem Safte ein Ausweg eröffnet wird, so wird infolge dieser Spannung und des von den umgebenden Zellen ausgeübten Druckes der Saft aus den Gefäßgliedern hinausgepresst, wobei auch die Kerne mitgerissen werden.[1] Dabei wird es auch geschehen, dass an der verletzten Stelle in den Gefäßgliedern die Querwände reißen und der Inhalt von mehreren übereinanderliegenden Zellen zum Austritte kommt. In der Spitze sind fast noch alle Gefäßglieder unverholzt, nach unten zu nimmt die Zahl der unverholzten ab. Aus dieser letzteren Thatsache erklärt sich auch der Umstand, dass beim Anschneiden der verschiedenen Stengeltheile aus der Spitze am meisten Saft austritt, während die unteren Partien geringere Mengen austreten lassen. Und wir haben hier den seltenen Fall, wo die Verholzung der Gefäße relativ langsam fortschreitet im Gegensatze zu den bisher festgestellten Thatsachen.[2]

[1] Ganz analoge Verhältnisse finden sich, wie H. Molisch (a. a. O. S. 15, 16) gezeigt hat, bei *Asparagus officinalis*.

[2] A. Burgerstein, diese Sitzungsberichte, 1874, I. Abth., Juliheft. »Um zu erfahren, in welchem Entwickelungsstadium der Gewebe der Holzstoff in

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Blattstiel, Blatt und Wurzel. Ähnlich wie im Stengel liegen die Verhältnisse im Blattstiele und in der Blattlamina. Aus dem Blattstiele treten beim Anschneiden reichliche Mengen von klarem Safte aus, namentlich aus dem oberen und mittleren Theile desselben. Die Anordnung von Phloem und Xylem ist hier im Blattstiele so, dass das Cambium einen Bogen bildet, der seine concave Seite dem Phloem zuwendet. Dementsprechend sind auch die jungen Gefäßglieder, die uns hier wie im Stengel wieder entgegentreten, angeordnet. Dieselben sind hier ziemlich zahlreich, entsprechend den austretenden Saftmengen; nur treten sie nicht so deutlich hervor, da sie sich in der Größe von den umgebenden Zellen weniger unterscheiden, als dies im Stengel der Fall ist.

Wenn man eine Blattlamina zerreißt oder zerschneidet, so quillt überall dort, wo ein größerer Nerv ausmündet, ein kleines klares Tröpfchen hervor. Am Querschnitte eines solchen Nerven zeigen sich wieder die unverdickten Gefäßglieder, auch wenn man Schnitte von großen ausgewachsenen Blättern macht. Bei beiden, im Blattstiele wie in der Lamina, kann man die Entwickelung der Gefäßbündel in die Dicke verfolgen und kann hier wie im Stengel eine langsame Verholzung der Gefäße beobachten. Etwas anders verhält sich die Wurzel. Es tritt beim Anschneiden sowohl von älteren, als von jüngeren Wurzeltheilen nur sehr wenig Saft aus. Schon in den jüngsten Wurzeltheilen ist ein centraler, deutlich ausgebildeter Holzkörper vorhanden. Bei etwas älteren und dickeren Wurzeln kann man zwischen Cambium und Holztheil eine Zone von unverdickten Zellen beobachten, von denen eine geringe Anzahl durch ihre Größe etwas hervortritt. Diese entsprechen den jungen Gefäßgliedern, wie wir sie in den übrigen Theilen der Pflanze gefunden haben. Weiter nach oben tritt dann mehr und mehr in Bezug auf den anatomischen Bau der Charakter des oberen Stammes auf.

---

der Zellmembran auftritt, ließ ich verschiedene Samen keimen und untersuchte von Tag zu Tag die sich entwickelnden Pflänzchen: Ich kam hiebei zu dem Resultate, dass der Holzstoff zuerst in den Gefäßen, und zwar überraschend früh, auftritt.« Zur Orientierung über die Literatur siehe ebenda.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

II.

Über die Idioblasten bei Tropaeolum majus L.

Im Verlaufe der im vorhergehenden dargestellten Untersuchungen sind auch einige Beobachtungen gemacht worden, die hier anschließend mitbehandelt werden sollen. In der Epidermis der Blattlamina von *Tropaeolum majus* L. fallen zahlreiche gleichmäßig vertheilte Zellen durch ihre Größe und ihren stärker lichtbrechenden Inhalt auf. Diese Zellen hat schon G. Magnus[1] beobachtet, ohne aber etwas betreffs ihres Inhaltes angeben zu können. Diese Elemente, die wir infolge der angegebenen Eigenschaften Idioblasten nennen können, sind in der ganzen Epidermis sowohl der Unterseite, wie der Oberseite des Blattes mehr weniger gleichmäßig vertheilt. Die Gestalt derselben ist nicht immer gleich. In der Nähe der Blattnerven besitzen sie wie auch die übrigen Epidermiszellen hier eine mehr längliche Form und können gewöhnlich nur durch ihren stärker lichtbrechenden Inhalt wahrgenommen werden. Etwas weiter weg von den Nerven tritt der Größenunterschied gegenüber den übrigen Epidermiszellen deutlich hervor, namentlich auf der Blattunterseite. Auch zeigen hier diese Zellen am Umfange mannigfache Ausbuchtungen, also einen welligen Contour. Auf der Blattoberseite ist der Unterschied sowohl in der Größe, als auch in der Form der Idioblasten gegenüber den umgebenden Zellen nicht so augenscheinlich. Zwischen allen diesen Formen kann man verschiedenerlei Übergänge beobachten. Fig. 5 stellt eine solche idioblastenartige Zelle aus der Epidermis der Blattunterseite über einem Gefäßbündel dar, Fig. 6 aus dem Theile der Blattunterseite, der zwischen den Nerven liegt, und Fig. 7 einen Idioblasten aus der Epidermis der Blattoberseite. Viele dieser Zellen tragen entweder eine papillenförmige Ausstülpung auf ihrem Rücken oder, was namentlich bei etwas älteren Zellen der Fall ist, ein Haar, das aus mehreren, eine Reihe bildenden Zellen besteht. Eigenthümlich ist das Verhalten der Zellen (Idioblasten) gegen concentrierte Kalilauge, namentlich, wenn derselben etwas absoluter Alkohol

[1] G. Magnus, a. a. O., S. 42, 43.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

zugesetzt wird. Als Material wurden meistens Blätter verwendet, die in siedendem Wasser abgetödtet und dann mit heißem Alkohol vom Chlorophyll befreit wurden. Bringt man auf einem Objectträger auf ein Stück von einem so behandelten Blatte einen oder zwei Tropfen alkoholischer Kalilauge, so wird das ursprünglich fast ganz weiße Blatt ganz citronengelb. Untersucht man unter dem Mikroskop, so zeigt sich nach einer Minute, dass die Idioblasten besonders deutlich in jenem Farbentone und stark lichtbrechend aufleuchten. Am besten sieht man das auf der Blattunterseite, weil auch hier die Zahl der Idioblasten bedeutend größer ist als auf der Oberseite. Sonst erscheint der Inhalt der so behandelten Zellen ganz homogen. Manchmal kann man bei längerer Einwirkung der Kalilauge kleine kryställchenähnliche Körnchen beobachten. Auf Blattquerschnitten sieht man, wenn gleich nach der Behandlung mit Kalilauge beobachtet wird, eine gelbliche schleimige Masse aus den erwähnten Zellen heraustreten. Deutlich kann man diese Erscheinungen beobachten, wenn man die Epidermis mit einer Präpariernadel behutsam ablöst und dann weiter behandelt. Ebenso wie Kalilauge wirkt concentrierte Natronlauge, und ähnliche Erscheinungen ruft auch concentrierte Sodalösung hervor. Mit ganz frischen Blättern kann man die Untersuchung ebenfalls vornehmen. Die Idioblasten lassen sich hier mit alkoholischer Kalilauge ebenfalls deutlich machen. Legt man ein Stück Epidermis (am besten von der Blattunterseite) in absoluten Alkohol und erwärmt allmählich, so entsteht in den sonst ganz klaren Idioblasten ein feinkörniges Gerinnsel, das eine schwach violette Färbung besitzt. Dass wir es hier mit Schleim zu thun haben dürften, dafür spricht auch das Verhalten dieser Zellen gegen Arthur Meyer's Reagens auf Schleim.[1] Es wurden Blattstücke von Alkoholmaterial ungefähr eine halbe Stunde oder auch länger in einer Lösung von Kupfersulfat (25%) liegen gelassen, in destilliertem Wasser abgewaschen (nur einige Secunden lang) und dann mit einer ungefähr 50procentigen Kalilauge betupft. Es tritt eine deutliche Blaufärbung der Idioblasten ein, während sich das übrige Gewebe mehr violett

[1] Vergl. H. Kraemer, *Viola tricolor*. Marburg, 1897, S. 20.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

färbt. Man kann den Schleim auch direct beobachten, indem man von einem frischen Blatte ein Stück abreißt und in Wasser legt, in dem Carmin in feinsten Körnchen suspendiert ist. Längs der Abreißlinie treten stellenweise aufgequollene Klumpen von Schleim auf, die auf rothem Untergrunde farblos in durchscheinendem Lichte deutlich abgegrenzt hervortreten. Weiter wurden auch Färbungsversuche gemacht, und zwar wurde das in der oben angegebenen Weise mit siedendem Wasser und heißem Alkohol behandelte Material verwendet. Die erzielten Resultate waren folgende: Mit wässeriger verdünnter Safraninlösung färben sich die Idioblasten intensiv roth, und zwar mit einem Stich ins Gelbliche, während sich die übrigen Zellen schwach rosa färben. In Blattstücken, die ungefähr einen Tag lang in Alaunlösung gelegen und dann eine Viertelstunde mit Boehmer's Hämatoxylin behandelt wurden, zeigten sich die Idioblasten deutlich blau gefärbt; Alkannatinctur färbt die Idioblasten schwach blau. Mit Löffler's Blau nehmen diese Zellen eine intensiv violettblaue Färbung an; ebenso vermögen sie, in alkoholisches Safranin gelegt, den Farbstoff stärker zu speichern als das übrige Gewebe.

Alle diese Erscheinungen sprechen dafür, dass diese idioblastenartigen Zellen Schleim enthalten und dass man es also hier mit Schleimidioblasten zu thun haben dürfte.[1]

Zusammenfassung.

1. Wenn man den Stengel, die Blattstiele oder die Blattlamina von *Tropaeolum majus* L. verletzt, so tritt, wie H. Molisch gezeigt hat, aus der Wunde sofort ein klarer Safttropfen hervor. Eine nähere Untersuchung ergab, dass der ausstretende Saft aus den jungen Gefäßgliedern stammt, die hier auffallenderweise lange unverholzt, dünnwandig und ungemein saftstrotzend bleiben, so dass bei Verletzung derselben durch den osmotischen

[1] *Tropaeolum majus* ist eine myrosinhältige Pflanze; und zwar ist das Myrosin, wie Guignard (a. a. O.) gezeigt hat, im Stengel, in der Wurzel und in der Frucht auf einzelne Zellen beschränkt, nur im Blatte konnte Guignard keine bestimmten Myrosinbehälter finden. Es lag nun die Vermuthung nahe, dass diese Idioblasten vielleicht Myrosin enthalten; diesbezügliche Versuche ergaben aber ein negatives Resultat.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Druck des Inhaltes der Saft wie aus einer Milchröhre hervorgepresst wird.

Gegen die Spitze des Stammes zu erscheinen fast noch alle Gefäßglieder unverholzt, mit dem Alter, also nach abwärts, nimmt die Zahl der unverholzten Gefäßglieder ab, weil sie sich in Gefäße umwandeln; daher kommt es auch, dass aus jungen Stengeltheilen beim Anschneiden reichlich Saft ausstritt, während dies bei alten ausgewachsenen Theilen nur in geringem Grade zutrifft.

2. In der Epidermis der Blattober- und Blattunterseite von *Tropaeolum majus* finden sich eigenartige, durch ihre Größe, welligen Contour und ihren Inhalt auffallende Zellen, die nach ihrem ganzen Verhalten als Schleimzellen gedeutet werden können.

Zum Schlusse erfülle ich eine angenehme Pflicht, wenn ich meinem hochgeschätzten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Molisch, meinen aufrichtigen Dank ausspreche für die lehrreichen Rathschläge, mit denen er vorliegende Arbeit stets gefördert hat.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Tafelerklärung.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Tropaeolum majus* L. und sind mit der Camera obscura gezeichnet, und zwar Fig. 1, 2, 3, 4 bei 300facher und Fig. 5, 6, 7 bei 150facher Vergrößerung. Die Figuren 1, 3, 4, 5 wurden dann um die Hälfte verkleinert.

Fig. 1. Querschnitt eines Gefäßbündels aus der Stammspitze: *p* Phloem, *x* Xylem, *vg* verholztes Gefäß, *ug* unverholzte Gefäßglieder.

Fig. 2. Zellkerne aus den jungen Gefäßgliedern.

Fig. 3. Theil eines Gefäßbündelquerschnittes aus dem mittleren Stamme, und zwar das Cambium mit dem angrenzenden Theile des Xylems: *vg* verholzte, *ug* unverholzte Gefäßglieder.

Fig. 4. Unverholzte Gefäßglieder *ug* mit angrenzenden Elementen im Längsschnitte (entsprechend dem Querschnitte in Fig. 3).

Fig. 5, 6, 7. Idioblasten *(i)* aus der Blattepidermis, und zwar Fig. 5 aus der Nähe eines Nerven, Fig. 6 aus einer Epidermispartie zwischen den Nerven der Blattunterseite und Fig. 7 aus der Blattoberseite.